NORME INTERNATIONALE

ISO 10928

Première édition
1997-08-01

Systèmes de canalisation en matières plastiques — Tubes et raccords plastiques thermodurcissables renforcés de verre (PRV) — Méthodes pour une analyse de régression et leurs utilisations

Plastics piping systems — Glass-reinforced thermosetting plastics (GRP) pipes and fittings — Methods for regression analysis and their use

Numéro de référence
ISO 10928:1997(F)

Sommaire Page

Organisation internationale de normalisation
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse
Internet central@iso.ch
X.400 c=ch; a=400net; p=iso; o=isocs; s=central

Imprimé en Suisse

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Nome internationale ISO 10928 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 138, *Tubes, raccords et robinetterie en matières plastiques pour le transport des fluides*, sous-comité SC 6, *Tubes et raccords en matières plastiques renforcées pour toutes applications.*

La présente Norme internationale est techniquement identique à l'EN 705:1994.

L'annexe A de la présente Norme internationale est donnée uniquement à titre d'information.

Introduction

Cette norme a été élaborée pour décrire les méthodes destinées à analyser la régression de données d'essai, généralement en tenant compte du temps, et de l'utilisation des résultats en conception et en vérification de conformité à des exigences de performance. Son domaine d'application a été limité à l'usage de données obtenues à partir d'essais menés sur des échantillons. Les normes de référence requièrent des estimations sur les propriétés à long terme du tuyau pour des paramètres tels que la résistance à la traction circonférentielle, la déflexion et le fluage.

Le comité a étudié un champ de techniques statistiques qui peuvent être utilisées pour analyser les données d'essai provenant de tests destructifs. Beaucoup de ces techniques simples requièrent que les logarithmes des données:

a) soient normalement distribués;

b) produisent une ligne de régression à pente négative; et

c) aient une corrélation de régression suffisamment élevée (voir tableau 1).

Pour autant que les deux dernières conditions soient satisfaites, l'analyse a montré qu'il y a une dispersion de la distribution d'où non-satisfaction à la première condition. Une étude ultérieure des techniques qui prennent en compte des distributions dispersées mènent à l'utilisation de la méthode de covariance pour l'analyse de telles données dans cette norme.

Les résultats provenant de tests non destructifs, comme le fluage ou des changements de déflexion avec le temps, remplissent souvent ces trois conditions, et donc des méthodes plus simples utilisant le temps comme variable indépendante, peuvent également être utilisées en accord avec cette norme.

Systèmes de canalisation en matières plastiques — Tubes et raccords plastiques thermodurcissables renforcés de verre (PRV) — Méthodes pour une analyse de régression et leurs utilisations

1 Domaine d'application

Cette norme prescrit les méthodes adaptées à l'analyse de données qui, lorsque converties en logarithmes des valeurs, ont une distribution normale ou dispersée. Elle est faite pour être utilisée avec les méthodes d'essai et les normes de référence pour les tuyaux ou raccords plastiques renforcés de verre, pour l'analyse de propriétés comme fonction du temps, en général. Bien qu'elle puisse aussi être utilisée pour l'analyse d'autres données.

Trois méthodes sont prescrites selon la nature des données. L'extrapolation utilisant ces techniques prolonge habituellement la tendance d'évolution à partir de données rassemblées sur une période d'environ 10 000 h, jusqu'à une prévision de la propriété à 50 ans.

2 Principes

Les données sont analysées pour une régression utilisant des méthodes basées sur les résidus au carré qui peuvent s'adapter à l'incidence d'une distribution dispersée et/ou normale et à l'application d'une relation polynomiale du premier ou du second ordre.

Les trois méthodes d'analyse utilisées comprennent les suivantes:

- **méthode A:** covariance utilisant une relation du premier ordre;
- **méthode B:** résidus au carré avec le temps comme variable indépendante utilisant une relation du premier ordre;
- **méthode C:** résidus au carré avec le temps comme variable indépendante utilisant une relation du second ordre.

Les méthodes comprennent des essais statistiques pour la corrélation des données et la capacité d'extrapolation.

3 Procédures de détermination de relations fonctionnelles

3.1 Relations linéaires - Méthodes A et B

3.1.1 Procédure commune aux méthodes A et B

Utiliser la méthode A (voir 3.1.2) ou la méthode B (voir 3.1.3) pour s'adapter à une droite de la forme

$$y = a + bx \qquad \dots (1)$$

où:

y est le logarithme (lg) de la propriété recherchée;

a est l'intersection avec l'axe des y;

b est la pente;

x est le logarithme (lg) du temps, en heures.

3.1.2 Méthode A - Méthode de la covariance

3.1.2.1 Généralités

Pour la méthode A, calculer les variables suivantes, selon 3.1.2.2 à 3.1.2.5 suivant le cas:

$$Q_y = \frac{\Sigma(y_i - Y)^2}{n} \quad \text{... (2)}$$

$$Q_x = \frac{\Sigma(x_i - X)^2}{n} \quad \text{... (3)}$$

$$Q_{xy} = \frac{\Sigma\{(x_i - X)(y_i - Y)\}}{n} \quad \text{... (4)}$$

où:

Q_y est la somme des résidus au carré parallèles à l'axe des y divisée par n;

Q_x est la somme des résidus au carré parallèles à l'axe des x divisée par n;

Q_{xy} est la somme des résidus au carré perpendiculaires à la droite divisée par n;

Y est la moyenne arithmétique des données y, c'est-à-dire :

$$Y = \frac{\Sigma y_i}{n};$$

X est la moyenne arithmétique des données x, c'est-à-dire :

$$X = \frac{\Sigma x_i}{n};$$

x_i, y_i sont des valeurs individuelles;

n est le nombre total des résultats (paires de lectures pour x_i, y_i).

NOTE — Si la valeur de Q_{xy} est supérieure à zéro, la pente de la droite est positive et si cette valeur est négative, alors la pente est négative.

3.1.2.2 Adéquation des données

Calculer le carré, r^2, et le coefficient linéaire de corrélation, r, en utilisant les équations suivantes:

$$r^2 = \frac{Q_{xy}{}^2}{Q_x Q_y} \qquad \text{... (5)}$$

$$r = |(r^2)^{0,5}| \qquad \text{... (6)}$$

Si la valeur de r^2 ou r est inférieure à la valeur minimale applicable donnée dans le tableau 1 en fonction de n, considérer les données comme inadéquates pour l'analyse.

Tableau 1 — Valeurs minimales du carré, r^2, et du coefficient linéaire de corrélation, r, acceptables à partir de n paires de données

(n - 2)	Valeurs minimales r^2	r	(n - 2)	Valeurs minimales r^2	r
11	0,6416	0,8010	23	0,3816	0,6177
12	0,6084	0,7800	24	0,3689	0,6074
13	0,5781	0,7603	25	0,3569	0,5974
14	0,5506	0,7420	30	0,3070	0,5541
15	0,5250	0,7246	35	0,2693	0,5189
16	0,5018	0,7084	40	0,2397	0,4896
17	0,4805	0,6932	45	0,2160	0,4648
18	0,4606	0,6787	50	0,1965	0,4433
19	0,4425	0,6652	60	0,1663	0,4078
20	0,4256	0,6524	70	0,1443	0,3799
21	0,4099	0,6402	80	0,1273	0,3568
22	0,3953	0,6287	90	0,1139	0,3375
			100	0,1031	0,3211

NOTE — Dans ce tableau et partout dans cette norme, les équations et valeurs correspondantes pour r^2 et r sont données pour une facilité d'utilisation en conjonction avec des données de référence publiées ailleurs en termes de r^2 ou de r seulement.

3.1.2.3 Relations fonctionnelles

Pour trouver a et b dans la droite de relation fonctionnelle

$$y = a + bx \qquad \text{... (1)}$$

d'abord établir

$$\Gamma = \frac{Q_y}{Q_x} \qquad \text{... (7)}$$

puis calculer *a* et *b* en utilisant les équations suivantes:

$$b = -(\Gamma)^{0,5} \qquad \text{... (8)}$$

$$a = Y - bX \qquad \text{... (9)}$$

3.1.2.4 Calcul des variances

Si t_u est le temps à appliquer à la rupture, établir

$$x_u = \lg t_u \qquad \text{... (10)}$$

En utilisant les équations (11), (12) et (13) respectivement, calculer pour $i = 1$ à n la séquence statistique suivante:

- meilleure corrélation x_i' pour la vraie valeur x_i;
- meilleure corrélation y_i' pour la vraie valeur y_i; et
- la variance d'erreur, σ_δ^2 pour x.

$$x_i' = \frac{\Gamma x_i + b(y_i - a)}{2\Gamma} \qquad \text{... (11)}$$

$$y_i' = a + bx_i' \qquad \text{... (12)}$$

$$\sigma_\delta^2 = \frac{\{\Sigma(y_i - y_i')^2 + \Gamma\Sigma(x_i - x_i')^2\}}{(n-2)\Gamma} \qquad \text{... (13)}$$

Calculer les quantités suivantes:

$$E = \frac{b\sigma_\delta^2}{2Q_{xy}} \qquad \text{... (14)}$$

$$D = \frac{2\Gamma b\sigma_\delta^2}{nQ_{xy}} \qquad \text{... (15)}$$

Calculer la variance *C* de la pente *b* en utilisant l'équation suivante:

$$C = D\,(1 + E) \qquad \text{... (16)}$$

3.1.2.5 Vérification de l'adéquation des données pour l'extrapolation

Si l'on veut extrapoler la droite, calculer *T* en utilisant l'équation suivante:

$$T = \frac{b}{(\text{variance de } b)^{0,5}} = \frac{b}{C^{0,5}} \qquad \text{... (17)}$$

Si la valeur absolue $|T|$ (c'est-à-dire en ne tenant pas compte des signes) de *T* est égale à ou est plus grande que la valeur applicable du "*t de Student*", t_v, telle qu'indiquée dans le tableau 2 pour $(n-2)$ degrés de liberté, considérer alors les données adéquates pour l'extrapolation.

Tableau 2 — Points de pourcentage de la distribution du "*t de Student*" (2,5 % points supérieurs; niveau de confiance de 5 % en deux intervalles voisins; t_v pour 97,5 %)

Degré de liberté $(n-2)$	Valeur du "*t de Student*" t_v	Degré de liberté $(n-2)$	Valeur du "*t de Student*" t_v	Degré de liberté $(n-2)$	Valeur du "*t de Student*" t_v
1	12,7062	36	2,0281	71	1,9939
2	4,3027	37	2,0262	72	1,9935
3	3,1824	38	2,0244	73	1,9930
4	2,7764	39	2,0227	74	1,9925
5	2,5706	40	2,0211	75	1,9921
6	2,4469	41	2,0195	76	1,9917
7	2,3646	42	2,0181	77	1,9913
8	2,3060	43	2,0167	78	1,9908
9	2,2622	44	2,0154	79	1,9905
10	2,2281	45	2,0141	80	1,9901
11	2,2010	46	2,0129	81	1,9897
12	2,1788	47	2,0112	82	1,9893
13	2,1604	48	2,0106	83	1,9890
14	2,1448	49	2,0096	84	1,9886
15	2,1315	50	2,0086	85	1,9883
16	2,1199	51	2,0076	86	1,9879
17	2,1098	52	2,0066	87	1,9876
18	2,1009	53	2,0057	88	1,9873
19	2,0930	54	2,0049	89	1,9870
20	2,0860	55	2,0040	90	1,9867
21	2,0796	56	2,0032	91	1,9864
22	2,0739	57	2,0025	92	1,9861
23	2,0687	58	2,0017	93	1,9858
24	2,0639	59	2,0010	94	1,9855
25	2,0595	60	2,0003	95	1,9853
26	2,0555	61	1,9996	96	1,9850
27	2,0518	62	1,9990	97	1,9847
28	2,0484	63	1,9983	98	1,9845
29	2,0452	64	1,9977	99	1,9842
30	2,0423	65	1,9971	100	1,9840
31	2,0395	66	1,9966		
32	2,0369	67	1,9960		
33	2,0345	68	1,9955		
34	2,0322	69	1,9949		
35	2,0301	70	1,9944		

3.1.2.6 Validation des procédures statistiques grâce à un exemple de calcul

Les données du tableau 3, avec les résultats donnés de cet exemple, sont donnés afin de vérifier que d'autres procédures statistiques qui seraient adoptées par les utilisateurs, produiront des résultats semblables à ceux obtenus à partir des équations données dans cette norme. Comme exemple, la propriété en question est représentée par V, dont les valeurs sont d'une amplitude courante et sans unité particulière. À cause des erreurs dues aux arrondissages, il est peu probable que les résultats concordent exactement; afin que la procédure de calcul soit acceptable, les résultats obtenus pour r, r^2, b, a, et la valeur moyenne de V, V_m, devront coïncider à ± 0,1 % avec des valeurs éventuellement données dans cet exemple. Les valeurs des autres statistiques sont fournies pour permettre la vérification de la procédure.

Tableau 3 — Données de base pour calcul d'un exemple et validation d'analyse statistique

n	V	y (lg V)	**temps** h	X (lg temps) (temps en h)
1	30,8	1,4886	5 184	3,7147
2	30,8	1,4886	2 230	3,3483
3	31,5	1,4983	2 220	3,3464
4	31,5	1,4983	12 340	4,0913
5	31,5	1,4983	10 900	4,0374
6	31,5	1,4983	12 340	4,0913
7	31,5	1,4983	10 920	4,0382
8	32,2	1,5079	8 900	3,9494
9	32,2	1,5079	4 173	3,6204
10	32,2	1,5079	8 900	3,9494
11	32,2	1,5079	878	2,9435
12	32,9	1,5172	4 110	3,6138
13	32,9	1,5172	1 301	3,1143
14	32,9	1,5172	3 816	3,5816
15	32,9	1,5172	669	2,8254
16	33,6	1,5263	1 430	3,1553
17	33,6	1,5263	2 103	3,3228
18	33,6	1,5263	589	2,7701
19	33,6	1,5263	1 710	3,2330
20	33,6	1,5263	1 299	3,1136
21	35,0	1,5441	272	2,4346
22	35,0	1,5441	446	2,6493
23	35,0	1,5441	466	2,6684
24	35,0	1,5441	684	2,8351
25	36,4	1,5611	104	2,0170
26	36,4	1,5611	142	2,1523
27	36,4	1,5611	204	2,3096
28	36,4	1,5611	209	2,3201
29	38,5	1,5855	9	0,9542
30	38,5	1,5855	13	1,1139
31	38,5	1,5855	17	1,2304
32	38,5	1,5855	17	1,2304
Moyennes: Y = 1,5301;			X = 2,9305	

Sommes des carrés

Q_x = 0,79812;

Q_y = 0,00088;

Q_{xy} = -0,02484.

Coefficient de corrélation

r^2 = 0,87999;

r = 0,93808.

Relations fonctionnelles

Γ = 0,00110;

b = -0,03317;

a = 1,62731.

Variances calculées (voir 3.1.2.4)

E = 3,5202 . 10^{-2};

D = 4,8422 . 10^{-6};

C = 5,0127 . 10^{-6} (la variance de b);

σ_δ^2 = 5,2711 . 10^{-2} (la variance d'erreur pour x).

Contrôle par extrapolation (voir 3.1.2.5)

n = 32;

t_v = 2,0423;

T = -0,03317/(5,0127 . $10^{-6})^{0,5}$ = -14,8167;

$|T|$ = 14,8167 > 2,0423.

Les valeurs moyennes estimées pour V, à différentes dates, sont données dans le tableau 4 et indiquées sur la figure 1.

Tableau 4 — Valeurs moyennes estimées, V_m, pour V

temps h	V_m
0,1	45,76
1,0	42,39
10,0	39,28
100,0	36,39
1 000	33,71
10 000	31,23
100 000	28,94
430 000	27,55

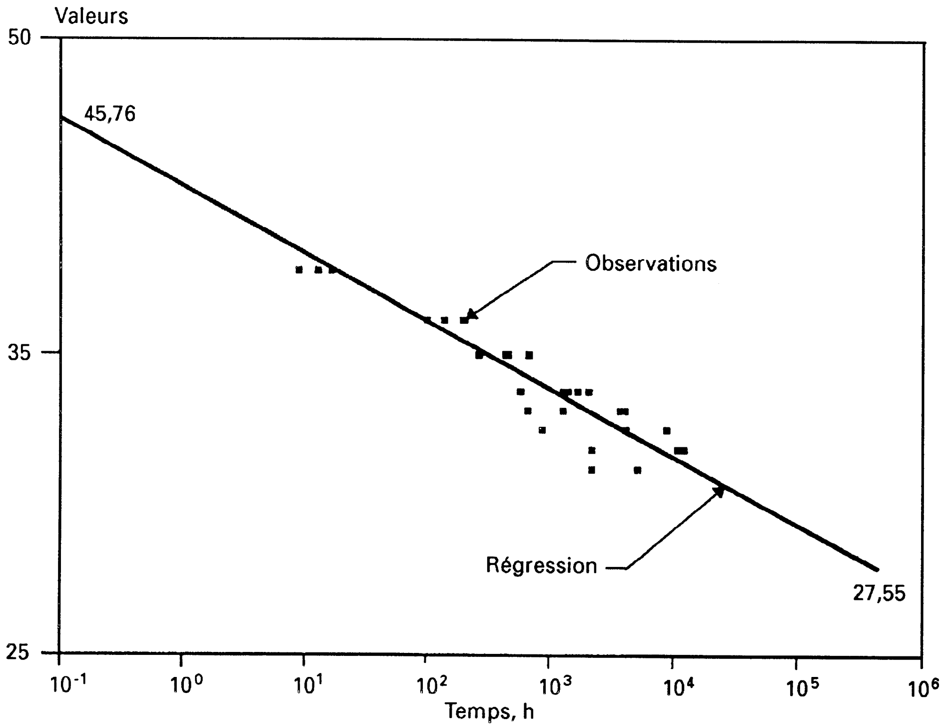

Figure 1 — Droite de régression à partir des résultats d'essai du tableau 4

3.1.3 Méthode B - Régression avec le temps comme variable indépendante

3.1.3.1 Généralités

Pour la méthode B, calculer les variables suivantes:

$$S_y = \Sigma(y_i - Y)^2 \qquad \text{... (18)}$$

(La somme des résidus au carré parallèles à l'axe des *y*)

$$S_x = \Sigma(x_i - X)^2 \qquad \text{... (19)}$$

(La somme des résidus au carré parallèles à l'axe des *x*)

$$S_{xy} = \Sigma\{(x_i - X)(y_i - Y)\} \qquad \text{... (20)}$$

(La somme des résidus au carré perpendiculaires à la droite)

où:

Y est la moyenne arithmétique des données *y*, c'est-à-dire

$$Y = \frac{\Sigma y_i}{n};$$

X est la moyenne arithmétique des données *x*, c'est-à-dire

$$X = \frac{\Sigma x_i}{n};$$

x_i, y_i sont des valeurs isolées;

n est le nombre total des résultats (paires de lectures pour x_i, y_i).

NOTE — Si la valeur de S_{xy} est supérieure à zéro, la pente de la droite est positive et si cette valeur est négative, alors la pente est négative.

3.1.3.2 Adéquation des données

Calculer le carré, r^2, et le coefficient linéaire de corrélation, r, en utilisant les équations suivantes:

$$r^2 = \frac{{S_{xy}}^2}{S_x S_y} \qquad \text{... (21)}$$

$$r = |(r^2)^{0,5}| \qquad \text{... (22)}$$

Si la valeur de r^2, ou de r, est inférieure à la valeur minimale appropriée, donnée dans le tableau 1 comme une fonction de n, considérer les données comme inadéquates pour l'analyse.

3.1.3.3 Relations fonctionnelles

Calculer a et b pour la droite de relation fonctionnelle [voir l'équation (1)], en utilisant les équations suivantes:

$$b = \frac{S_{xy}}{S_x} \qquad \text{... (23)}$$

$$a = Y - bX \qquad \text{... (24)}$$

3.1.3.4 Vérification de l'adéquation des données pour l'extrapolation

Si l'on veut extrapoler la droite, calculer M en utilisant l'équation suivante:

$$M = \frac{{S_x}^2}{{S_{xy}}^2} - \frac{{t_v}^2 \times (S_x \times S_y - {S_{xy}}^2)}{(n-2) \times {S_y}^2} \qquad \text{... (25)}$$

où:

t_v est la valeur appropriée pour le "*t de Student*" déterminée à partir du tableau 2.

Si M est égale ou inférieure à zéro, considérer les données inadéquates pour l'extrapolation.